

Montevideo, 6 de agosto de 2010

Estimado Sr. Decano  
Dr. Ing. Ismael Piedra Cueva  
Presente

De acuerdo a lo conversado en la Junta de Enlace de fecha 23/7/10, se amplía información sobre la propuesta de Ingeniero Físico-Matemático, sentándose bases firmes para elaborar un plan de estudios mediante la explicitación del perfil de Ingeniero Físico-Matemático, y una descripción primaria de grupos de materias que podrían componer la carrera. También se anexa un relevamiento de la situación en la región de carreras similares a la que se está proponiendo.

La propuesta que estamos presentando está basado en el documento titulado “Hacia una carrera de grado de Ingeniería Físico-Matemática” elaborado por un grupo de trabajo con docentes del INCO, IF e IMERL. No obstante, se señala que algunos grupos de materias a su vez se han agrupado, teniendo en cuenta la estructura curricular sugerida por el Sistema Arcu-Sur para la titulación de Ingeniería en el documento [http://www.aneaes.gov.py/file.php/1/Proceso\\_Arcusur/Ingenieria/CRITERIOS\\_INGENIERIA\\_ARCUSUR\\_2009\\_FINAL.pdf](http://www.aneaes.gov.py/file.php/1/Proceso_Arcusur/Ingenieria/CRITERIOS_INGENIERIA_ARCUSUR_2009_FINAL.pdf) (puntos 2.1.4 y 2.1.6) En forma similar, se han agrupado algunas materias, y en algún caso redistribuido las mismas; por supuesto todos estos cambios se realizan esperando una discusión posterior. El cambio mayor respecto al documento anteriormente mencionado está en la cantidad de créditos asignadas a grupos de materias, que en algunos casos ha sufrido una reducción en búsqueda de una mayor flexibilización de la carrera.

Esperamos que este material responda entonces los comentarios realizados en la Junta de Enlace, y que esta propuesta pueda ser elevada a los órganos de cogobierno que deben considerar la misma, estudiar la posibilidad de crear esta carrera, y darle contenido y estructura definitivas a la misma. Sin más, saludamos atte.

Gonzalo Abal

Héctor Cancela

Heber Enrich

## **PERFIL DEL EGRESADO.**

El Ingeniero Físico-Matemático estará capacitado para analizar problemas, diseñar ensayos, construir modelos físico-matemáticos y realizar simulaciones computacionales con el fin de buscar soluciones a diversos problemas científicos y tecnológicos. También podrá ayudar a encontrar, especialmente dentro de grupos interdisciplinarios, la manera de generar productos más competitivos a través de la inclusión de nuevas tecnologías y de la innovación en los procesos de producción.

La carrera de Ingeniería Físico-Matemática es un nexo entre la Física y la Matemática y la Tecnología, que permitirá al profesional formado en ella a trabajar en empresas en que se requiera incluir tecnologías avanzadas en procesos industriales, o innovar mediante una utilización más profunda de las ciencias básicas en los procesos productivos. En particular, considera las nuevas áreas tecnológicas abiertas por los desarrollos recientes de la física moderna que en general no son considerados por las carreras de Ingeniería más tradicionales.

El egresado de la carrera de Ingeniero Físico-Matemático podrá integrarse a equipos multidisciplinarios, y trabajar en conjunto con los ingenieros egresados de las orientaciones más tradicionales, aportando un punto de vista más profundo sobre aspectos básicos y sobre algunas técnicas de modelado. Esto será posible pues, durante su formación, este ingeniero tendrá una formación en Matemática y Física más profunda que los ingenieros en otras ramas. Sin perjuicio que durante su carrera los aspectos tecnológicos se orienten a algún área de la Ingeniería (lo que le ofrece la manera de aplicar en sus estudios los aspectos básicos que reciba), el Ingeniero Físico-Matemático tendrá las herramientas para ser un profesional versátil, capaz de aplicar los conocimientos y habilidades de las que está provisto en distintas ramas de la Ingeniería. Lo que distingue esta carrera de las restantes carreras de Ingeniería es que, en lugar de tomar como centro un área de la Ingeniería, y recibir los conocimientos y habilidades de las ciencias básicas relevantes para el área en cuestión, el centro está en las Ciencias Básicas pero sin perder el aspecto aplicado de las mismas. Esto a su vez, lo distingue de las carreras actuales de Física y Matemática, ya que el egresado tendrá una formación de Ingeniero, y por lo tanto un fuerte anclaje en la resolución de problemas reales complejos. De esta manera, esta carrera está llenando un hueco que refuerza los vínculos entre las Ciencias Básicas y las aplicaciones tecnológicas.

Los problemas con que se enfrentará un ingeniero físico-matemático en su gran mayoría no estarán formulados inicialmente como problemas físicos o matemáticos. Luego, es necesario aunar una formación físico-matemática fuerte con conocimientos tecnológicos sobre lo que se está trabajando. Una clave en la formación de un ingeniero físico-matemático es la capacidad de interactuar, comprender, traducir.

El campo ocupacional de un egresado de esta carrera es muy amplio, pudiéndose encontrar lugares en donde se necesite utilizar tecnología de avanzada, como en la energía, en nuevas técnicas de transmisión de información, industria química y petroquímica, ingeniería de mercado, ciencias de los materiales, en general donde se necesite un mejoramiento y optimización de procesos, entre otras muchas posibilidades.

## GRUPOS DE MATERIAS Y ACTIVIDADES INTEGRADORAS.

Grupo de Materias y Actividades Integradoras	Mínimos	Materias y Actividades Integradoras	Mínimos	Suma de mínimos
Grupos	C Min	Materia	C Min	
<b>Ciencias Básicas.</b>	<b>200</b>	Física	<b>85</b>	<b>170</b>
		Matemática	<b>85</b>	
		Química	<b>0</b>	
		Biología	<b>0</b>	
<b>Ciencias de la Ingeniería.</b>	<b>80</b>	Modelado Físico-Matemático	<b>20</b>	<b>70</b>
		Computación científica	<b>50</b>	
<b>Ingeniería aplicada.</b>	<b>120</b>	Materias Tecnológicas	<b>60</b>	<b>105</b>
		Talleres	<b>10</b>	
		Pasantía	<b>20</b>	
		Proyecto	<b>15</b>	
<b>Contenidos complementarios.</b>	<b>12</b>	Ingeniería y Sociedad	<b>12</b>	<b>12</b>
		Actividades integradoras complementarias	<b>0</b>	
<b>Total Mínimo Grupos</b>	<b>412</b>	<b>Total mínimo materias</b>	<b>357</b>	<b>357</b>

### 1. Ciencias Básicas.

#### *Física (mínimo 85)*

Tiene un primer objetivo formativo, desarrollando en el estudiante el pensamiento modelístico experimental, por el que se extrae de la realidad las características relevantes para el problema que se estudia, y se establecen relaciones cualitativas y cuantitativas entre ellas. Estas asignaturas ayudan a estructurar el pensamiento sintético y despertar la creatividad. El estudiante deberá comprender las posibilidades y limitaciones de los diferentes modelos físicos. Por otro lado, esos modelos no se agotan en sí mismos, sino que también se desarrollará el aspecto de su aplicación a problemas de ingeniería. Además de abarcar aspectos de la física clásica que están en la base de las restantes ingenierías en general, harán énfasis también en contenidos de física moderna, que darán al profesional los conceptos fundamentales que permitirán resolver problemas con alto contenido tecnológico.

Los cursos deberán brindar un núcleo de conocimientos sobre instrumentos de medida, estática, dinámica, oscilaciones, ondas, termodinámica clásica, electromagnetismo, física moderna, física estadística, física de los materiales. Deberán incluirse actividades de laboratorio, procurando que el estudiante obtenga una visión global de la relación entre la realidad y su modelización. En general, se pretende que un egresado de este programa tenga una formación en Física superior a las restantes ramas de Ingeniería.

#### *Matemática (mínimo 85)*

Tiene un primer objetivo formativo: el razonamiento matemático, con sus características de abstracción, análisis y conceptualización es un buen modelo de un enfoque racional, que es esencial para enfrentar problemas de la Ingeniería Físico-Matemática. Estas asignaturas buscan desarrollar el pensamiento lógico y analítico, además de despertar la creatividad. Un segundo objetivo es instrumental: el manejo de las herramientas matemáticas que permitan, acompañadas con una cabal

percepción del sentido físico de los fenómenos, modelar la realidad, expresando las relaciones entre los entes objeto de estudio en un lenguaje de uso universal, sintético y con generalidad. Se buscará desarrollar la habilidad de implementación de los conceptos teóricos para la solución de problemas utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas.

Los cursos incluirán entre otros los siguientes temas: cálculo diferencial e integral en funciones de una y de varias variables, ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, cálculo variacional, funciones analíticas, análisis vectorial, geometría y álgebra lineal, probabilidad y estadística, procesos estocásticos, matemática discreta, teoría de la medida, análisis numérico, optimización, investigación operativa. En general, se pretende que un egresado de este programa tenga una formación matemática superior a las restantes ramas de Ingeniería.

### ***Química (mínimo 0)***

El objetivo es brindar los elementos necesarios para que el Ingeniero Físico-Matemático comprenda los fundamentos básicos de la Química General Inorgánica y Orgánica, la ciencia de materiales y opcionalmente la Físico-Química, que le permitan interpretar los fenómenos químicos involucrados en la producción tecnológica.

### ***Biología (mínimo 0)***

El objetivo de esta materia es brindar conocimientos biológicos para su aplicación en la bioingeniería y la biotecnología, que se encuentran en constante desarrollo. En la medida que surgen aspectos de ingeniería más complejos en diseño de prótesis o equipamiento para sostener la vida, en el estudio de dinámica de poblaciones, en la transmisión de enfermedades, en la ecología, es que surge la necesidad de adquirir conocimientos básicos de ecología, antropología, etología, anatomía.

## **2. Ciencias de la Ingeniería.**

### ***Modelado Físico-Matemático (mínimo 20)***

El objetivo es presentar la forma en que los fenómenos naturales relevantes a la Ingeniería son modelados en formas aptas para su control y utilización en sistemas o procesos físicos. Dentro de estas asignaturas se incluyen también algunas aplicaciones matemáticas a procesos o sistemas informáticos y otras formas de modelado matemático, necesarias para el diseño, control y optimización. (Tomado de sistema arcu-sur-Criterios de calidad para la acreditación de carreras universitarias-titulación ingeniería).

Ejemplos de contenidos que componen esta materia son los correspondientes a sistemas lineales, control, fenómenos de transporte de cantidad de movimiento, calor y masa.

### ***Computación científica.(mínimo 50)***

El objetivo de esta materia es lograr el manejo de las bases conceptuales y los conocimientos prácticos necesarios para la construcción de modelos y su resolución mediante técnicas simbólicas o numéricas utilizando computadoras para resolver problemas científicos y de ingeniería. Las herramientas utilizadas pueden resultar en soluciones exactas o aproximadas, con una precisión aceptable para el tratamiento del objeto que se estudia.

Ejemplos de contenidos en esta materia son programación, análisis numérico, investigación

operativa, optimización computacional, estadística computacional, computación de alto desempeño, arquitectura de sistemas, física computacional.

### **3. Ingeniería aplicada.**

#### ***Materias tecnológicas (mínimo 60)***

El objetivo de esta materia es presentar asignaturas de ingeniería necesarias para el trabajo profesional, propiciando la comprensión de los conceptos y técnicas correspondientes a la ingeniería. El centro de estas asignaturas está en los conocimientos técnicos, y si bien se utilizan conceptos aprendidos en ciencias básicas, el aspecto de modelado físico-matemático es de menor índole que en las asignaturas correspondientes a ciencias de ingeniería.

Ejemplos de contenidos son Máquinas para fluidos, Motores de combustión interna.

#### ***Talleres (mínimo 10)***

En particular se buscará que los estudiantes tengan contacto temprano con problemas de Ingeniería Físico-Matemática en asignaturas que se implementen desde el primer año de la carrera (en lo posible en una modalidad de taller) con planteamientos de problemas abiertos, que motiven luego a la búsqueda de conocimientos más profundos, que permitan dar respuesta a nuevas interrogantes. Incluirá énfasis en introducción y práctica de métodos de comunicación escrita, oral y gráfica, a ser aplicados en esos mismos talleres. Debería incluir, en forma creciente con el avance de la carrera, actividades creativas y de contacto con el sector productivo.

#### ***Pasantía (mínimo 20)***

Con las Pasantías el estudiante tendrá la posibilidad de un acercamiento previo al ámbito natural del ejercicio laboral (académico o profesional). Se hará hincapié en la inserción del estudiante en una organización y/o equipo, y la ubicación de su trabajo en el contexto global de la empresa, institución o laboratorio, y su cometido.

La Pasantía se prevé como una actividad práctica que suponga una dedicación de entre 300 y 500 horas (por ejemplo, 20 horas semanales durante 4 o 6 meses), en alguna Institución Pública o Privada, preferentemente industrial o de servicios, en la cual el estudiante desarrolle un trabajo práctico de aplicación que tenga relación con su formación curricular. Para esto, se propondrá (en lo posible el estudiante), una institución (empresa u organismo) y un plan de trabajo a satisfacción de un docente responsable, cuya ejecución será supervisada por ese mismo docente en coordinación con algún técnico responsable de la Institución o empresa donde se realice.

Concluirá en un informe final a entregar simultáneamente al docente responsable y a la Institución o empresa donde se desarrolló el trabajo.

#### ***Proyecto final (mínimo 15)***

Se trata del acercamiento del estudiante a la aplicación por medio de un único Proyecto Final, como trabajo multidisciplinario e integrador. Se realizará en grupos de no más de cuatro estudiantes. El tema tendrá coherencia con el conjunto de cursos elegidos por los integrantes del grupo y tendrá la supervisión de un conjunto no menor de tres docentes que estén vinculados por lo menos a tres Materias diferentes que tengan relación con el Proyecto.

El proyecto será un trabajo de síntesis y estará constituido por una aplicación de la tecnología existente a nivel común de la actividad profesional a la fecha. No será un trabajo rutinario sino que se estimulará el enfoque de problemas nuevos para el estudiante. Se trata de que el estudiante maneje el tipo de información corriente en la especialidad que corresponde a la orientación elegida, y que el Proyecto integre esa información.

#### **4. Contenidos complementarios.**

##### ***Ingeniería y sociedad (mínimo 12)***

La finalidad de esta materia es dar al ingeniero una visión que le ayude a comprender el funcionamiento del entorno social, económico y del medio ambiente en que se inserta la ingeniería y los efectos de su acción sobre ese entorno. Aportará además el conocimiento de la existencia de otras herramientas para comprender y encarar estos problemas. Comprende temas como implicancias sociales y ambientales de la tecnología, sociología, economía.

##### ***Actividades complementarias (mínimo 0)***

Incluye actividades integradoras que no son parte de ninguna materia y que cubren aspectos no específicos de la Ingeniería Físico-Matemática. Su objetivo es la formación de habilidades auxiliares a la práctica profesional. Comprenden actividades de formación en áreas como expresión gráfica, escrita u oral, utilización de computadoras personales, trabajo en grupo.